



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

**ANDRESSA KEMER**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BOVINOS DE LEITE  
NO PLANALTO CATARINENSE**

**CURITIBANOS**

**Novembro/2015**

Andressa Kemer

## Índices de conforto térmico para bovinos de leite no Planalto Catarinense

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do Curso de Graduação em Ciências Rurais, ministrada pelos professores Lírion Luiz Dal Vesco e Júlia Carina Niemeyer, sob a orientação das professoras Leosane Cristina Bosco e Carine Lisete Glienke.

Curitibanos

Novembro/2015

## RESUMO

A bovinocultura de leite é considerada uma atividade de grande importância para o setor agropecuário nacional. Em Santa Catarina essa prática vai além da importância econômica, ela assume um importante caráter social, diversificando o contexto da agricultura familiar. A produção de leite é altamente influenciada por fatores ambientais, sendo difícil ser caracterizada de maneira homogênea, ou seja, se trata de uma atividade desuniforme nas diferentes regiões do estado de SC. A bioclimatologia aplicada aos animais busca entender as relações entre elementos climatológicos e a fisiologia animal, visando o seu bom desempenho de acordo com seu potencial genético. Considerando a amplitude térmica encontrada no estado catarinense, e sabendo que as condições climáticas podem ser determinantes para a produção de leite, é importante a realização de estudos detalhados sobre os efeitos da temperatura do ar nos animais. O objetivo desse estudo é determinar índices bioclimáticos para a bovinocultura de leite de modo a caracterizar a condição térmica do ambiente de produção na região. O trabalho será desenvolvido na UFSC/Curitibanos. Dados meteorológicos de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e umidade relativa do ar de seis anos (2009-2014) serão obtidos do banco de dados meteorológicos do INMET. A partir desses dados, serão determinados o índice de temperatura e umidade (ITU) e o declínio da produção de leite (DPL). A partir destes valores, será possível apontar possíveis situações de estresse térmico e o potencial do declínio causado na produção para a região. A partir de conhecimento prévio de médias de temperatura do ar da região, espera-se encontrar valores de ITU dentro dos limites considerados confortáveis aos animais. Em virtude das raças utilizadas na região de estudo se tratarem de animais de origem Europeia, que por sua vez são adaptadas com temperaturas menores, se espera em períodos mais quentes, como alguns dias de verão, a ocorrência de valores de ITU que estabeleçam um nível de “alerta” ao produtor.

**Palavras-chave:** Bioclimatologia, declínio na produção de leite, índice de temperatura e umidade.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3.1 Produção de leite no Brasil.....	3
3.2 Produção de leite em Santa Catarina .....	5
3.3 Produção de leite à base de pasto .....	6
3.4 Influência do clima na produção de leite.....	7
3.5 Mecanismos de regulação e efeitos do estresse térmico em bovinos .....	8
3.6 Bioclimatologia para bovinos.....	9
3.7 Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).....	11
4. HIPÓTESE .....	13
5. OBJETIVOS.....	13
5.1 Geral .....	13
5.2 Específicos .....	13
6. METODOLOGIA .....	13
6.1 Levantamento de dados meteorológicos no local de estudo.....	13
6.2 Determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU);.....	14
6.3 Estimativa do Declínio da Produção de Leite (DPL) .....	14
6.4 Caracterização dos períodos críticos para a produção.....	15
7. RESULTADOS ESPERADOS .....	15
8. CRONOGRAMA .....	16
9. ORÇAMENTO.....	17
10. REFERÊNCIAS .....	18

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de leite é considerada uma atividade de grande importância no cenário agropecuário nacional. Segundo o IBGE (2012), o país encontra-se no sexto lugar do ranking da produção leiteira mundial.

Santa Catarina é considerado um estado com grande produtividade leiteira, contribuindo com boa parte da produção nacional. Essa atividade representa 7% do valor bruto de produção da agropecuária catarinense. O leite está classificado como quarto produto em importância, ficando atrás apenas de produtos da suinocultura, avicultura e fumiocultura. Além da importância econômica para o estado e país, a produção de leite tem um caráter social elevado. Estima-se que cerca de 50 mil produtores catarinenses atualmente retirem sua renda, em escala variada, a partir da comercialização deste produto (SANTOS; MARCONDES; CORDEIRO, 2006).

Os sistemas de produção de leite no Brasil são de grande diversidade, devido à amplitude da atividade no país e a diversidade de condições econômicas e climáticas de cada região. As técnicas de produção dizem respeito à interação existente entre recursos econômicos sociais e climáticos e em virtude disso encontra-se grande variação entre os sistemas dentro de uma mesma região. Por serem bem desenvolvidos em países de clima temperado, os sistemas de produção animal a pasto são comumente estudados e empregados no Brasil (BOSETTI, 2012). Os estados do sul do Brasil possuem vantagem sobre demais, pois estão situados em latitude privilegiada. Essa característica permite o uso de inúmeras forrageiras, tanto espécies tropicais quanto as subtropicais, bem como as temperadas, esse fator permite a adoção de sistemas de produção animal em pastagens, durante todo o ano (PELOZATO, 2012).

A produção leiteira é uma atividade que encara grande diversidade, seja em termos dimensionais, ou em função dos sistemas produtivos adotados. Por ser uma prática altamente influenciada por condições ambientais, sendo então bastante variável, empresas e instituições de pesquisa encontram dificuldades na obtenção de metodologias e informações padronizadas sobre o assunto (THALER NETO; RODRIGUES; CORDOVA, 2013). Isso influencia o planejamento destas atividades, podendo assim trazer impactos negativos e atrasos para o setor (FERNANDES; BRESSAN; VERNEQUE, 2004).

São inúmeros os fatores que afetam a produtividade dos bovinos, no caso da produção leiteira não é diferente. O manejo influencia no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, englobando variáveis como o sistema de criação, nutrição, sanidade e instalações. Muitas vezes, os responsáveis pelo sistema produtivo investem mais na genética e alimentação, negligenciando a questão do conforto animal. As instalações são construídas meramente em razão dos custos e facilidades para o produtor, pois geralmente possuem grande volume de investimento fixo inicial (AZEVEDO; ALVES, 2009).

As condições climáticas podem ser determinantes para a produção de leite, principalmente em sistemas intensivos de produção. O estresse térmico sobre bovinos tem potencial comprometedor em suas atividades, esse fato acaba induzindo mudanças metabólicas (redução nas suas taxas/atividades), como aumento da frequência respiratória, elevação de perdas energéticas, redução do consumo alimentar e hídrico, consumo seletivo, os animais ingerem menor quantidade de matéria seca, diminuindo assim a produção de calor, altera o crescimento/desenvolvimento, a produção de leite e reprodução. Esse estresse age ainda no comportamento destes animais, atividades físicas, postura corporal, busca por sombra (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Dentro da ecologia e da climatologia, existe a bioclimatologia aplicada aos animais, que dentre inúmeras definições, trata-se da ciência que busca entender as relações existentes entre os elementos meteorológicos e a fisiologia animal, tendo como meta o bom desempenho animal de acordo com o potencial genético. Dentro da área zootécnica, considerando países de clima tropical, um dos objetivos principais, é estudar o efeito do estresse térmico pelo excesso de calor sobre o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. A partir destes conhecimentos, podem ser definidos os métodos, tipos e a disposição do manejo e das instalações, com o objetivo de minimizar o seu efeito ou proporcionar o conforto térmico (TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009).

Levando em consideração a heterogeneidade da atividade leiteira, em virtude de tantas variáveis, observa-se a importância da caracterização da produção leiteira na região (estado de SC) levando em consideração a bioclimatologia. Essa ação disponibilizaria informações que teriam aplicações nos estudos de zoneamento e de indicação geográfica. O objetivo desse projeto é determinar índices bioclimáticos para a bovinocultura de leite de modo a caracterizar a condição térmica do ambiente de produção e a partir destes índices apontar possíveis situações de estresse térmico em

bovinos de leite e o potencial do declínio na produção de leite, na região de Curitibanos no Planalto Catarinense.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A região do Planalto Catarinense tem fortes laços históricos e culturais com a criação do gado de corte, principalmente em criação extensiva, basicamente em campo nativo, vegetação característica da região. No entanto recentemente vem sendo acompanhado um avanço significativo na produção de bovino de leite no estado, em especial nos estabelecimentos rurais onde se pratica a agricultura familiar.

A região do Planalto está inserida em localização de clima subtropical com verões amenos (Cfb), fator esse que pode favorecer o desempenho dos animais e consequentemente aumentar a produção leiteira. A avaliação de dados climatológicos e produtivos de longo prazo na região de Curitibanos pode servir futuramente para definição de índices bioclimatológicos que poderão ser utilizados em zoneamentos de aptidão para a produção leiteira no estado de SC.

Atualmente, as temáticas sobre variações ou mudanças climáticas e bem estar animal tem sido foco de muitos estudos, a fim de elucidar algumas dúvidas sobre o futuro da produção agropecuária. A quantificação *in loco* da produção de leite e das condições climáticas serão necessárias para verificação da relação existente entre essas variáveis. Embora exista reconhecida heterogeneidade na produção leiteira, por fatores relacionados a manejo, é fundamental o desenvolvimento de metodologias que quantifiquem os efeitos do ambiente na produção de leite.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Produção de leite no Brasil**

No cenário mundial, o Brasil coloca-se como sendo um dos países com maior produção leiteira, ocupa o sexto lugar neste ranking, ficando atrás da União Européia, Índia, Estados Unidos, China e Rússia (IBGE, 2012). Considerando o período de 1994 a 2004, enquanto alguns dos países (Europa e Estados Unidos) mantiveram sua produção nos mesmos padrões, os países da Oceania, Nova Zelândia e Austrália, e alguns da

América, entre eles o Brasil, obtiveram taxas consideradas elevadas de crescimento (ZOCCAL; GOMES, 2005). Dados mais recentes oriundos da Produção Pecuária Mundial (IBGE, 2012) mostram a concentração da produção de leite no país, onde o Sudeste do Brasil concentrava 35,9%, na sequência o Sul com participação de 33,2%, seguido do Centro-Oeste com 14,9%.

A produção brasileira de leite concentra-se em sete estados brasileiros, estes produzem o equivalente a 80,4% do total. Dos 32,3 bilhões de litros de leite, 27,6% são produzidos em Minas Gerais, 12,5% no Rio Grande do Sul, 12,3% no Paraná, 11% em Goiás, 8,4% em Santa Catarina, 5,2% em São Paulo e 3,3% na Bahia (CEPA/EPAGRI 2013/2014).

A região sudeste do país há décadas contribui com maior parte do leite produzido no Brasil. No entanto, esta região, que respondia por mais da metade da produção brasileira na década de 70 vem apresentando um declínio em sua participação relativa, no ano de 2011, foi responsável por apenas um terço do leite brasileiro. Destaca-se o crescimento na participação da região sul, apresentando, em 2011, uma resposta de 32% da produção nacional (Tabela 1) (MAIA et al., 2013).

**Tabela 1:** Participação das regiões do país na produção brasileira de leite

Ano	Produção de leite anual (bilhões de litros)	Norte (%)	Nordeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)	Centro-Oeste (%)
1974	7,1	1	13	54	23	9
1980	11,2	1	14	51	23	11
1990	14,5	4	14	48	23	12
2000	19,8	5	11	43	25	16
2010	30,7	6	13	36	31	14
2011	32,1	5	13	35	32	15

Fonte: MAIA et al., 2013.

Na próxima seção será abordado sobre a produção de leite em Santa Catarina.



### **3.2 Produção de leite em Santa Catarina**

O setor agropecuário de Santa Catarina tem o leite (produção leiteira) como quarto produto de maior importância econômica no estado, a fonte de renda gerada nesta atividade representa em torno de 7% do valor bruto de produção agropecuária (SANTOS; MARCONDES; CORDEIRO, 2006).

Distribuída em grande parte do território catarinense, a produção de leite contribui de maneira significativa para a manutenção de produtores no campo. Segundo Dartora (2002), a atividade está presente em 71% das propriedades rurais do estado. Como consequência disso, acaba por reduzir o êxodo rural em várias regiões. Estima-se que cerca de 50 mil produtores catarinenses atualmente retirem sua renda, em escala variada, a partir da comercialização deste produto. A maneira como essa atividade tem se mostrado positiva, e com um caráter de crescimento, lhe confere o título de contribuinte para o desenvolvimento do estado Catarinense (SANTOS; MARCONDES; CORDEIRO, 2006).

Segundo dados do IBGE (2012), a produção brasileira, nos últimos dez anos, cresceu em média 4,1% ao ano. Nos estados do sul do país, neste mesmo período observou-se um crescimento mais acentuado. A produção cresceu acima da média nacional nos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, sendo respectivamente 8,6%, 7,2% e 5,7% ao ano, ultrapassando, portanto os estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás que apresentaram crescimento da produção abaixo da média, respectivamente 3,7%, 3,7% e 3,6% ao ano.

Diante ao crescimento apontado na produção leiteira nacional, no estado catarinense destaca-se a produção da região Oeste, sendo a que mais apresenta valores de aumento na produção (ZOCCAL; GOMES, 2005). Nos anos de 1985 a 2002/03, quando o crescimento da produção no estado registrou 104%, a Região Oeste atingiu 190%. Valores deste período refletem no aumento da participação dessa região na produção de leite do Estado, passando de 45% para 64% (SANTOS; MARCONDES; CORDEIRO, 2006). Esse aumento na produtividade pode ser explicado pelo acréscimo no número de vacas ordenhadas, o que dá suporte a capacidade produtiva,

mas também diz respeito ao crescimento da produtividade dos animais brasileiros (MAIA et al., 2013).

### **3.3 Produção de leite à base de pasto**

A produção de leite à base de pasto é uma alternativa largamente utilizada em todo país. Independente do sistema de produção adotado, a pastagem acaba sendo o principal recurso alimentar oferecido aos ruminantes. Fatores econômicos, climáticos, diversidade de espécies, aliada a alta produção e a qualidade dos pastos no sul do país são responsáveis por essa afirmação. Os estados do sul do Brasil possuem vantagem sobre demais, pois estão situados em latitude privilegiada. Essa característica permite o uso de inúmeras forrageiras, tanto espécies tropicais quanto as subtropicais, bem como as temperadas, esse fator permite a adoção de sistemas de produção animal em pastagens, durante todo o ano (PELOZATO, 2012).

Em um sistema a base de pasto, a produção de leite da vaca é definida pela sua aptidão de produção, valor nutritivo da forrageira e a taxa de consumo do pasto (PELOZATO, 2012). Então a produção só será efetiva se obtiver uma boa relação entre todos os fatores. Em relação aos animais, é importante trabalhar com raças adaptadas as condições impostas, ou então com cruzas que imprimam maior rusticidade, grande capacidade de ingestão de pasto e alta produtividade (DARTORA, 2002).

Raças como Holandês, Jersey e Gir leiteiro, são largamente utilizadas em cruzamentos com o propósito de produção leiteira a base de pasto. Segundo Dartora (2012), esses animais possuem características importantes para esse sistema de produção. Ainda cita que raças zebuínas conferem boa produtividade, animais com maior rusticidade, melhor aproveitamento de pastos fibrosos e apresentam maior nível de sanidade. No entanto estas raças são pouco utilizadas na região do planalto Catarinense, pelo fato de serem animais melhores adaptados em locais com temperaturas mais elevadas.

Por contar com clima subtropical, o Sul do Brasil possui condições climáticas que beneficiam a exploração leiteira a partir de raças especializadas de origem européia (*Bos taurus*). A produção de leite nas regiões de clima temperado e subtropical tem sido baseada principalmente nas raças Holandesa e Jersey. A escolha da raça mais adequada leva em consideração os objetivos da produção (quantidade, qualidade/composição)

(THALER NETO; RODRIGUES; CÓRDOVA, 2013). As raças utilizadas, puras ou em cruzamentos são de grande importância no balanço de produtividade final. No entanto deve ser dada atenção especial às forragens que estão sendo utilizadas na alimentação dos animais. Segundo Reis et al (2006), a qualidade do pasto é também um fator importante na influência produtiva dos ruminantes. Seja ele oferecido aos animais no pastejo ou em confinamento.

### **3.4 Influência do clima na produção de leite**

A produção de bovinos é influenciada por vários fatores. Em relação à produtividade leiteira a situação não é diferente, se não até mais crítica. O clima (ambiente térmico) é um fator que tem significativa importância nesse contexto. Trata-se de uma condição limitante para a eficiência da produção, principalmente em sistemas intensivos (AZEVEDO; ALVES, 2009; PERISSINOTTO et al., 2006) .

O termo "conforto térmico" quando utilizado para animais considerados homeotérmicos, diz respeito à ocasião em que o animal encontra-se em um ambiente de equilíbrio térmico, ou seja, não se faz necessária a mobilidade de recursos de termorregulação para que o animal se ajuste às condições ambientais. Neste caso, os indivíduos não sofrem estresse pelo calor, nem pelo frio. Esta condição de conforto animal é importante porque na termoneutralidade o animal consome baixos níveis energéticos para sua manutenção, deixando disponível grande parte da energia metabolizada para processos produtivos. Essa condição, aliada a um bom potencial genético e alimentação adequada, permitirão aos animais máxima eficiência produtiva (TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009; KLOSOWSKI et al., 2002).

A permanência dos animais em equilíbrio térmico tem gradiente importante na expressão do seu potencial produtivo. A zona de termoneutralidade apresenta os limites crítico superior e inferior, onde acima e abaixo destes, respectivamente o animal estará em estresse térmico por calor ou frio. Para bovinos recém nascidos a temperatura crítica inferior (TCI) fica em torno de 10°C, a de conforto (TC) varia entre 18 a 21°C e a temperatura crítica superior (TCS) 26°C. Já para animais adultos, dividindo entre as raças européias e indianas, essas faixas ficam descritas como: Bovino europeu TCI - 10°C , TC -1 a 16°C e TCS 27°C; e para o Bovino indiano TCI 0°C, TC 10 a 27°C e

TCS 35°C (AZEVEDO; ALVES, 2009). Vale salientar que existem vários conflitos na literatura, em relação a tais valores que delimitam a faixa de termoneutralidade. Isso se deve ao fato que o conforto térmico é dependente não só da temperatura, mas também da umidade relativa do ar, do potencial adaptativo do animal, do metabolismo e do período produtivo em que se encontra (RICCI; ORSI; DOMINGUES, 2013).

### **3.5 Mecanismos de regulação e efeitos do estresse térmico em bovinos**

Os mecanismos de regulação da temperatura em homeotermos são controlados pelo sistema nervoso autônomo, este controlado pelo hipotálamo, desencadeando respostas no comportamento dos animais, comandadas pelo sistema motor (SILVA, 2010).

Para a manutenção da temperatura corporal ao longo do dia, os animais devem manter um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perca de calor). A produção de calor no organismo dos animais (termogênese) pode ocorrer de diversas formas, segundo Muller (1982) pode ser por meio da ingestão de alimentos, o chamado calor metabólico; a transformação da energia química dos alimentos em trabalho; a atividade muscular, a prenhez e a lactação.

O processo de termólise, em ocasiões de temperatura amenas, conta com a dissipação do calor sensível para o ambiente através da pele dos animais, por meio da radiação, condução e convecção. Caso esses mecanismos não sejam eficientes na eliminação do calor excedente, ocorre o aumento da temperatura retal acima dos valores fisiológicos considerados normais, e então diz-se que o animal está em estresse calórico.

A termorregulação dos animais é subsidiada de forma efetiva pela frequência respiratória e o nível de sudação, sendo essa então a forma “insensível” de dissipar calor (SOUZA; BATISTA, 2012).

As respostas animais em virtude do estresse térmico são inúmeras, no entanto a primeira delas é o aumento da frequência respiratória. Em situações de equilíbrio térmico ela fica em torno de 40 movimentos por minutos, quando em estresse calórico esse valor pode alcançar níveis extremos de 100 movimentos respiratórios por minuto.

Nessa condição respiratória excessiva, ocorre a eliminação de CO<sub>2</sub>, o que pode ocasionar alcalose (assim como em aves), diminuir a ingestão de alimento, o que

dependendo da duração e intensidade do estresse, pode refletir no declínio da produção de leite (TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009).

Tendo em vista os demais efeitos ocasionados pelo estresse térmico, como sudorese elevada, que ocasiona altas perdas de minerais, e a necessidade de o animal sair a procura de água e sombra, a maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite ainda tem sido considerada, como sendo a diminuição no consumo de alimentos (matéria seca), o que por sua vez reduz a ingestão de energia metabolizável, pelo fato da promoção da perda de calor, visando a manutenção da homeostase (PERISSINOTTO et al., 2006). Essa situação que pode ser desencadeada em virtude dos demais efeitos do estresse, e acaba refletindo fortemente nas perdas de produção leiteira.

Em estresse calórico as vacas em lactação respondem aos efeitos deste desconforto, principalmente com perdas de produtividade. As perdas não são apenas em número de litros de leite, mas também em sua composição. Em sua revisão, Ricci *et al.* (2013) apontam a redução nos teores de gordura, proteína, cálcio-lactose, ácido cítrico e potássio, o que caracteriza as mudanças na composição do leite, fator esse que é determinante, e alterado em virtude do estresse térmico. Vale ressaltar que o estresse térmico não interfere somente na produção de leite, mas também altera o crescimento/desenvolvimento e a reprodução, e age ainda no comportamento destes animais, atividades físicas, postura corporal, busca por sombra (AZEVEDO; ALVES, 2009).

### **3.6 Bioclimatologia para bovinos**

Em animais homeotérmicos a produção e sua sobrevivência, são dependentes de sua capacidade de manter-se com sua temperatura corporal dentro dos limites estreitos de conforto. Em regiões dos trópicos, em geral os animais deparam-se com temperaturas elevadas que excedem os limites ditados pela genética, com altas taxas de radiação solar durante o dia e elevada umidade relativa, que combinados entre si provocam grandes mudanças no mecanismo fisiológico dos animais. As condições de tais ambientes têm potencial de causar prejuízos econômicos à produção animal, podendo reduzir a taxa de crescimento, a produção de leite e o desempenho reprodutivo (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Inúmeras são as definições dadas para a bioclimatologia, Takahashi *et al.* (2009) citam em seu livro, a bioclimatologia animal como sendo “a ciência que busca entender as relações existentes entre os elementos climáticos e a fisiologia animal, tendo como meta o bom desempenho animal de acordo com o potencial genético”.

Para colocar em prática os conceitos da bioclimatologia aplicada a bovinos, um aspecto importante é a utilização desta ciência para entender as causas e efeitos do estresse térmico. Os animais sensíveis quando submetidos a mudanças de ambiente físico, mesmo em condições de estresse recorrem a mecanismos de adaptação fisiológica, com o intuito de manter a homeostasia (AZEVEDO; ALVES, 2009).

O estresse aos animais pode ser causado por vários motivos, no entanto, o estresse climático, é causado pelos elementos dessa natureza como temperatura, umidade, radiação solar e pode ser em virtude do frio ou calor. Os principais elementos climáticos estressores que causam uma diminuição no desempenho do gado leiteiro, são altas temperaturas do ar, em especial quando associadas a altas umidades e a radiação solar direta. Esses fatores climáticos, quando aliados à excesso de produção de calor metabólico, resultam em um estoque de calor corporal excedente e, caso o animal não consiga eliminar para o ambiente parte deste calor, acontece o estresse térmico (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Observa-se que animais de raças especializadas em lactação, de alta a moderada produtividade tem sua atividade particularmente mais afetada pelo estresse calórico. Isso ocorre em virtude de sua função produtiva ter exigências maiores na utilização dos alimentos, em função da intensa produção de calor associada ao metabolismo de nutrientes em grandes quantidades (TURCO *et al.*, 2006).

Diversos trabalhos descrevem índices que foram desenvolvidos com o objetivo de mensurar o conforto animal relacionando ao ambiente, pois este é composto de estressores que interagem entre si, incluindo todas as condições em que os animais vivem, e gerando combinações entre elas. O índice mais utilizado é o de temperatura e umidade (ITU). Thom (1959 apud PEQUENO, 2013) foi quem desenvolveu o ITU como um índice de conforto térmico empregado também para humanos. Esse índice é bastante utilizado por combinar os efeitos da temperatura e da umidade relativa do ar em um único valor, e estes são ligados ao desempenho dos bovinos, neste caso.

Existem outras variáveis utilizadas na mensuração do conforto térmico dos animais. Outros índices vêm sendo desenvolvidos para delinear essas situações de conforto ou o desconforto das condições do ambiente (KLOSOWSKI *et al.*, 2002). Nas

regiões tropicais, o índice com caráter mais apurado na aferição do conforto térmico é o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), este agrega a umidade, a velocidade do vento, a temperatura do bulbo seco e a radiação, tudo em um único valor (CAMPOS, 1986).

### **3.7 Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU)**

Grande parte do rebanho de gado de leite está localizado nas regiões mais quentes do país. Diante disso, a produção mais eficiente do rebanho depende de alguns fatores, são eles métodos adequados de manejo, sistemas adequados de exploração, instalações, genética, a nutrição e a sanidade animal. A união destes fatores possibilita a maximização da produção leiteira (SOUZA et al., 2004).

Animais considerados homeotermos têm sua produtividade ótima quando se encontram em homeostasia. A submissão dos animais em ambientes com condições de temperaturas adequadas possibilita que os mesmos alimentem-se corretamente, convertendo esse alimento em produção. No período em que o animal está em homeostase, seu sistema termorregulador é praticamente inutilizado, tornando seu gasto energético de manutenção mínimo. Desta forma diz-se que o animal está dentro da faixa de sua zona de conforto térmico, neste gradiente de temperatura ocorre a maior eficiência produtiva (KLOSOWSKI et al., 2002; AZEVEDO et al., 2005 & BERTONCELLI et al., 2013).

Existem vários indicativos que podem demonstrar o bem-estar e o conforto animal, que são determinados em função de elementos climáticos. Em virtude da concentração dos animais nas regiões mais quentes, em um país que já é caracterizado com clima predominantemente tropical, a temperatura é algo que interfere de maneira significativa na produtividade. A isso se deve o fato do crescimento da preocupação com o conforto animal no Brasil (BERTONCELLI et al., 2013).

Segundo Gomes (2009) para a determinação dos níveis de conforto térmicos ambientais, vários índices vêm sendo desenvolvidos, estes são dependentes de parâmetros que se relacionam entre si, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação do ambiente. O índice de temperatura e umidade (ITU), é determinado a partir da temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ) e da umidade relativa do ar

(UR), esta mensurada em função da temperatura do ponto de orvalho (Tpo). Enquanto que o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) engloba efeitos da umidade, velocidade do vento, temperatura do bulbo seco e a radiação em um único valor. Considerada mais precisa que ITU, na avaliação do conforto térmico, por agregar tais valores. Neste caso o que o difere do ITU, é que ao invés de utilizar a temperatura de bulbo seco (Tbs), adiciona-se a temperatura do globo negro (Tgn).

Quanto à classificação do desconforto em relação tanto ao ITGU quanto ao ITU, existem divergências para valores críticos, isso em virtude de localização, de raça, entre outros. Bertoncelli et al. (2013) apontam a variação do ITU em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). A classificação proposta por Rosenberg et al. (1983 apud MARTELLO, 2006) considera ITU nas amplitudes: entre 75 e 78 como alerta aos produtores (providências são necessárias para evitar perdas); o ITU na amplitude de 79 a 83 significa perigo (principalmente para os rebanhos confinados e medidas de segurança devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas); ITU igual ou superior a 84 caracteriza emergência (providências urgentes devem ser tomadas) (Tabela 2).

Uma vez que se o índice for menor que 72, o ambiente é considerado fora da condição de estresse, neste sentido, Bertoncelli et al. (2013) e Martello (2006) afirmam também que vacas da raça holandesa demonstram início de queda de produção de leite, com valores de  $ITU \geq 72$ . No entanto, diferente disso, Dalcin (2013) aponta dados mais recentes em seu trabalho, afirmando que vacas leiteiras de origem Européias e de alta produção iniciam o declínio de produção de leite, com ITU de 68.

**Tabela 2:** Classificação de desconforto térmico com base no ITU (índice de temperatura e umidade)

<b>Bertoncelli et al. (2013)</b>		<b>Rosenberg et al. (1983)</b>	
ITU	Classificação	ITU	Classificação
72 a 78	Ameno ou Brando	75 a 78	Alerta
79 a 88	Moderado	79 a 83	Perigo
89 a 98	Severo	$\geq 84$	Emergência

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Bertoncelli et al. (2013) e et al. (1983 apud MARTELLO, 2006).

Na próxima seção será aborda a hipótese do projeto.



## **4. HIPÓTESE**

Com a caracterização das condições térmicas do ambiente permitirá estimar o índice de temperatura e umidade (ITU), que pode indicar o conforto térmico dos bovinos e, a partir disto, identificar os períodos críticos para os animais, podendo ainda estimar o declínio da produção de leiteira (DPL) na região de Curitiba/SC.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Geral**

O objetivo geral desse estudo é determinar índices bioclimáticos para caracterizar a condição térmica do ambiente, para auxiliar na produção da bovinocultura de leite.

### **5.2 Específicos**

- Acessar e sistematizar o banco de dados meteorológicos do INMET para o local de estudo;
- Realizar a determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU);
- Estimar o Declínio da Produção de Leite (DPL) para níveis produtivos normais da região de Curitiba/SC;
- Caracterizar a ocorrência de períodos mais críticos para a produção leiteira;

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 Levantamento de dados meteorológicos no local de estudo**

A primeira etapa do projeto consistirá no levantamento de dados meteorológicos dos últimos seis anos, para a região de Curitiba/SC. Os dados de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e umidade relativa do ar, com intervalos de

hora em hora, serão obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, localizada próxima ao aeroporto no município de Curitiba (latitude -27,2886°, longitude 50,6042° a 982 metros de altitude).

## **6.2 Determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU);**

A partir dos dados meteorológicos de temperatura e umidade, será estimado o ITU, de acordo com a metodologia utilizada por Klosowski et al. (2002). O ITU será calculado pelas médias horárias para o período de 7h00min as 23h00min e também médias mensais de temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar, seguindo a equação proposta por Buffington et al. (1981) apud KLOSOWSKI et al., 2002):

$$ITU = Tbs + 0,36Tpo + 41,2$$

Onde Tbs é a temperatura de bulbo seco (°C) e Tpo a temperatura do ponto de orvalho (°C).

## **6.3 Estimativa do Declínio da Produção de Leite (DPL)**

Seguindo a mesma metodologia, para estimar o declínio da produção de leite, será utilizada a seguinte equação:

$$DPL = -1,075 - 1,736 \times PN + 0,02474 \times PN \times ITU$$

onde DPL é o declínio na produção de leite (kg.dia<sup>-1</sup>) e PN é o Nível Normal de Produção (kg.dia<sup>-1</sup>).

O Nível Normal de Produção (PN) utilizado considera valores de produção média obtidos na região. Esses valores são utilizados como referência, considerando que os animais encontrem-se em uma situação de termoneutralidade, ou seja, sua produção normal, livre de situação de estresse.

Serão utilizados valores de ITU correspondentes ao período das 11h00min e 17h00min, e quanto aos níveis de produção para que sejam realizadas as análises, serão considerados 10, 20 e 30 kg/vaca/dia.

Na próxima seção será abordado sobre a caracterização dos períodos críticos para a produção.

#### **6.4 Caracterização dos períodos críticos para a produção**

Para a análise e caracterização da ocorrência de períodos críticos, será utilizada a classificação proposta por Rosenberg et al. (1983 apud MARTELLO, 2006) onde são considerados ITU nas amplitudes: entre 75 e 78 como alerta aos produtores (providências são necessárias para evitar perdas); o ITU na amplitude de 79 a 83 significa perigo (principalmente para os rebanhos confinados e medidas de segurança devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas); ITU igual ou superior a 84 caracteriza emergência (providências urgentes devem ser tomadas).

### **7. RESULTADOS ESPERADOS**

Levando em consideração os valores médios de temperatura encontrados na região de Curitibanos/SC, e as faixas superiores e inferiores de temperatura que caracterizam a zona de conforto para bovinos, espera-se obter valores de ITU dentro nos limites considerados confortáveis aos animais.

Em consequência dos índices, o declínio da produção de leite deverá ser mínimo, principalmente, para animais com níveis de produção normal menores. O efeito do estresse térmico reflete com maior intensidade em vacas de maior produção, pelo fato de apresentarem um metabolismo altamente ativo e possuírem “naturalmente” grande produção de calor interno.

Espera-se, portanto, obter valores de ITU, considerados “alerta” para o produtor pois nessa situação os animais já começam a sentir os efeitos negativos do ambiente.. Em períodos isolados, como por exemplo, nas estações mais quentes (primavera e verão), é esperado que ocorram em dias remotos nas horas mais quentes do dia, classes de ITU que representem a necessidade de tomar algumas medidas para evitar danos e perdas na propriedade

## 8. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DO PROJETO (2015/2016)												
Atividades	MÊS											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Levantamento de dados do INMET	X	X	X	X	X	X						
Organização dos dados	X	X	X	X	X	X						
Elaboração de planilhas	X	X	X	X	X	X						
Estimativas dos índices de ITU							X	X				
Estimativas de DPL							X	X				
Avaliação e interpretação dos resultados									X	X		
Publicação dos resultados										X	X	
Relatório final												X

## 9. ORÇAMENTO

Descrição	Qtdade. (un.)	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>MATERIAL PERMANENTE</b>			
Computador	1	1.400,00	1.400,00
Livros	2	80,00	160,00
<b>Subtotal</b>			<b>1.560,00</b>
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>			
Material de escritório	50	10,00	500,00
Pacote de internet (mensal, período 12 meses)	1	70,00	840,00
Software	2	40,00	80,00
<b>Subtotal</b>			<b>1.420,00</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
Bolsa (12 meses)	1	450	5.400,00
<b>Subtotal</b>			<b>5.400,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>8.380,00</b>

## 10. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada á produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83p.
- AZEVEDO, M. et al. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p.2000-2008, 2005.
- BERTONCELLI, P. et al. Conforto térmico alterando a produção leiteira. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p.0-762, 2013. Semestral.
- BOSETTI, Elisa Maria. **Aspectos da alimentação de vacas leiteiras e sistemas de produção de leite na região oeste de santa catarina**. 2012. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.
- CAMPOS, A.T. **Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa MG**. 1986. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Produção Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.
- CEPA/EPAGRI - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola/EPAGRI. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2013-2014**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2014. 211p.
- DALCIN, V. C. **Parâmetros Fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico**. 2013. 34 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2013.
- DARTORA, V. **Produção intensiva de leite à base de pasto: processamento, transformação e comercialização como alternativa para agricultura familiar de pequeno porte**. 2002. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.
- FERNANDES, E. N.; BRESSAN, M.; VERNEQUE, R. S. Zoneamento da pecuária leiteira da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p.485-491, mar./abr. 2004.
- GOMES, R. C. C. **Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em galpões climatizados para aves de corte**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Concentração em Construções e Ambiência, UFLA, Lavras, MG, 2009.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO – Pesquisa da Pecuária Municipal 2012. Rio de Janeiro, 2012. v. 40, p. 1-71.

KLOSOWSKI, E. S. et al. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.283-288, 2002.

MAIA, G. B. S. et al. Produção leiteira no Brasil. **BNDES Setorial**, v. 37, p. 371-398, 2013. Disponível em:  
<<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1514?mode=full>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

MARTELLO, L. S. **Interação animal - ambiente:** efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em freestall. 2006. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Qualidade e Produtividade Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite – Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu-SP., set., 2013. p. 09-18. Disponível em:  
<[www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/.../460](http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/.../460)>. Acesso em: 26 ago. 2015.

PELOZATO, P. **Produção de leite a base de pasto**. 2012. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2012.

PEQUENO, I. D. **Influência das variáveis meteorológicas, modelagem e cenários climáticos da produção de leite de cabras no nordeste do Brasil**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-ba, 2013.

PERISSINOTTO, M. et al. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p.663-671, set./dez. 2006.

REIS, R. A.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SIQUEIRA, G. R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. In: **ANAIIS DE SIMPÓSIOS DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA-SBZ**, João Pessoa - PB. 2006. Anais... João Pessoa-PB: SBZ, p. 480-505, 2006.

SANTOS, O. V.; MARCONDES, T; CORDEIRO, J.L.F. **Estudo da cadeia do leite em Santa Catarina**; prospecção e demandas. (Versão preliminar). Florianópolis: Epagri/Cepa, 2006. 55p.

SILVA, R. A. G. **Marcadores do estresse calórico**. 2010. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista ACSA: AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, Patos-PB, v. 8, n. 3, p.06-10, jul./set. 2012.

SOUZA, S. R. L. et al. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'freestall' para bvinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, Deag/ufcg, v. 8, n. 2/3, p.299-303, 2004.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal: [online], 2009. 91 p. Disponível em: <<https://bioclimatologia.files.wordpress.com/2012/08/livro-bioclimatologia-zootc3a9cnica.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

THALER NETO, A.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 12, n. 1, p.7-12, 2013..

TURCO, S. H. N. et al. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no Estado da Bahia. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.20-27, jan./abr. 2006.

ZOCCAL, R.; GOMES, A. T. **Zoneamento da produção de leite no Brasil**. In: XLIII Congresso da SOBER - Ribeirão Preto-SP. 2005. Disponível em: <[www.sober.org.br/palestra/2/773.pdf](http://www.sober.org.br/palestra/2/773.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2015.